

Keywords: meta-analysis, organic farming, microbial community, microbial activity.

Population growth, climate change and other impacts challenge our food and farming system and provide arguments for further intensification in agriculture. One option is eco-functional intensification through organic farming, an approach based on exploiting internal natural resources and processes for securing and improving agricultural productivity whilst minimizing negative environmental impacts. In this concept an active soil microbiota plays a crucial role. Thus, we conducted a literature search followed by meta-analysis to quantify possible differences in key indicators for soil microbial abundance and activity in organic and conventional farming systems. We integrated data from 57 studies including 148 pairwise comparisons and found significant differences for almost all investigated effect sizes. Microbial biomass carbon and nitrogen, total phospholipid fatty acids, basal respiration, dehydrogenase, urease and protease activity were increased up to 84% in organic systems. The metabolic quotient remained unaffected with regard to the overall effect. Summarizing, this study shows that long-term organic farming enhances microbial abundance and activities in agricultural soils.

Bodenmikroorganismen sind für einen Grossteil von Bodenprozessen verantwortlich. Sie sind der Motor des Bodens und treiben Nährstoffumsetzung und -Freisetzung an, sind aber auch direkt oder indirekt an anderen Ökosystemdienstleistungen wie der Bildung von Bodenstruktur und Schädlingskontrolle beteiligt (Bender et al. 2016). Ein fruchtbarer Boden besitzt, neben anderen biologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften, eine große, aktive, diverse und somit adaptive mikrobielle Gemeinschaft (Emmerling et al. 2002). Ziel dieser Literaturstudie ist, die Größe und Aktivität mikrobieller Gemeinschaften biologischer und konventioneller landwirtschaftlicher Systeme mittels einer Meta-analyse zu vergleichen, da bislang weder eine qualitative noch quantitative Auswertung zu diesem Thema vorliegt. Zusätzlich sollten landwirtschaftliche Praktiken, welche möglicherweise einen Einfluss auf die mikrobielle Gemeinschaft ausüben, identifiziert werden.

¹ Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick, www.fibl.org, martina.lori@fibl.org

Methoden

Eine globale und systematische Literatursuche von weltweit durchgeführten Vergleichen zwischen biologischen und konventionellen Bewirtschaftungssystemen in Langzeit- und Praxisversuchen wurde zwischen Juli 2015 und Februar 2016 durchgeführt. Daten von acht ausgewählten Indikatoren, welche Auskunft über die Größe und Aktivität mikrobieller Gemeinschaften geben, wurden aus den Studien extrahiert und mittels Meta-Analyse, kategorischer Meta-Analyse und Meta-Regression analysiert.

Ergebnisse und Diskussion

57 mehrheitlich peer-reviewed Studien mit insgesamt 146 Paarvergleichen konventioneller und biologischer Landwirtschaftssysteme aus Europa, Asien, Afrika, Ozeanien und Nord- und Süd-Amerika konnten identifiziert werden. Indikatoren für die Größe der mikrobiellen Gemeinschaft sind Kohlenstoff in der mikrobiellen Biomasse (C_{mic}), Stickstoff in der mikrobiellen Biomasse (N_{mic}) und die Gesamtgehalte an Phospholipidfettsäuren (PLFA), welche jeweils in biologischen Systemen verglichen mit konventionellen um 41%, 51% und 59% erhöht sind ($p > 0.001$). Indikatoren für die mikrobielle Aktivität wie Basalrespiration und Dehydrogenase, sind im Gegensatz zum metabolischen Quotienten, welcher sich in den Systemen nicht unterscheidet, um 20% und 74% zu Gunsten des biologischen Systems erhöht ($p > 0.001$). Protease- und Ureaseaktivitäten, Indikatoren für die Intensität der Stickstoffmineralisierung, sind in biologischen Systemen um 84% und 32% erhöht ($p > 0.001$). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich nach Umstellung auf Biolandbau eine grössere und aktivere mikrobielle Gemeinschaften im Boden entwickeln.

Mittels kategorischer Meta-Analysen und Meta-Regressionen konnten einige im Biolandbau gängige Praktiken als vorteilhaft in Bezug auf Größe und Aktivität der mikrobiellen Gemeinschaften identifiziert werden. Das Ausbringen von organischem Kohlenstoff auf landwirtschaftliche Flächen führt zu einer erhöhten Anreicherung von Kohlenstoff in der mikrobiellen Biomasse, während Leguminosen in der Fruchtfolge zu einer erhöhten Anreicherung von Stickstoff in der mikrobiellen Biomasse führen. Des Weiteren üben auch klimatische Verhältnisse einen Einfluss auf die mikrobielle Gemeinschaft aus: Die Dehydrogenase-Aktivität ist in biologischen Systemen in äquatorialen Klimazonen um bis zu 315% erhöht verglichen mit konventionellen, während keine signifikanten Unterschiede in borealen Klimazonen zwischen den beiden Landwirtschaftssystemen beobachtet werden können. Weitere Einflüsse, wie Unterschiede der Fruchtfolgen, werden an der Tagung vertieft aufgezeigt.

Schlussfolgerungen

Biologisch bewirtschaftete Böden weisen eine größere mikrobielle Biomasse und aktivere mikrobielle Gemeinschaften gegenüber konventionell bewirtschafteten auf. Einige der im biologischen Landbau gängigen Methoden, wie das Einbringen von organischem Material aber auch Leguminosen in der Fruchtfolge, führen zu einer größeren und aktiveren mikrobiellen Gemeinschaft in landwirtschaftlichen Böden. Weitere Faktoren wie verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren konnten auf Grund zu weniger Studien nicht getestet werden und zeigen weiteren Forschungsbedarf auf.

Danksagung

Diese Arbeit wird durch den 2013-2014 BiodivERsA/FACCE-JPI joint call für Forschungsanträge, mit dem Schweizerischen National Fonds (SNF) im Programm 'Ressource Boden' (NFP 68) finanziert.

Literatur

- Bender FS, Wagg C & van der Heijden MAG (2016) An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. Trends in Ecology & Evolution, Volume 31, Issue 6: 440-452.
- Emmerling C, Schloter M, Hartmann A & Kandeler E (2002) Functional diversity of soil organisms – a review of recent research activities in Germany. J. Plant Nutr. Soil Sci., 165: 408-420.